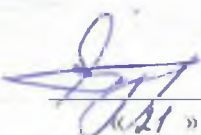


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
 «21» ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.6.1 «Поршневые вакуумные насосы»

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	<u>БАКАЛАВР</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	3к., 6с.

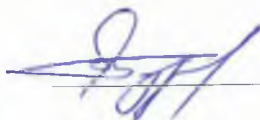
Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	
Лабораторные занятия	36	1
Семинарские занятия	–	
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации: зачет		-
Всего	108	3

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:
профессор



А.В. Бурмистров,

доцент



А.А. Райков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 15 ноября 2017г. № 2

Зав. кафедрой, профессор

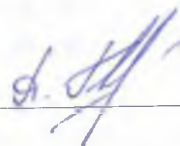


В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

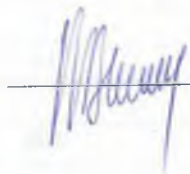
Протокол заседания методической комиссии МФ
от «20» ноября 2017г. № 8

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. *Цели освоения дисциплины*

Целями освоения дисциплины «Поршневые вакуумные насосы» являются

- а) изучение конструкции поршневых машин, рабочих процессов, их аналитическое описание, взаимосвязь расчетных параметров, влияние различных факторов на работу поршневой машины, метода расчета ступени поршневой машины;
- б) овладение методами экспериментального определения откачных параметров поршневых машин;
- в) овладение навыками по эксплуатации поршневых машин.
- г) подготовка к прохождению производственной и преддипломной практики и выполнению выпускной квалификационной работы.

2. *Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы*

Дисциплина «Поршневые вакуумные насосы» является дисциплиной по выбору вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Поршневые вакуумные насосы» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика
- б) Б1.Б.6 Физика
- в) Б1.Б.22 Термодинамика
- г) Б1.В.ОД.9 Теплообмен
- д) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа
- е) Б1.Б.9 Информационные технологии
- ё) Б1.В.ОД.6 Газодинамика сплошных сред
- ж) Б1.В.ОД.10 Физика вакуума

Дисциплина «Поршневые вакуумные насосы» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования
- б) Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки
- в) Б1.В.ДВ.9.1 Вакуумные технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины, могут быть использованы при прохождении практик: производственной, преддипломной и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. *Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины*

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

ПК-6 способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

ПК10 способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий ;

ПК-13 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт

технологических машин и оборудования .

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- a) классы и типы поршневых машин,
- b) классификацию клапанов,
- c) рабочие параметры, характеристики вакуумного насоса
- d) метод расчета ступени поршневой машины
- e) методику подбора клапанов.

2) Уметь:

- a) выбрать поршневую машину для решения конкретных задач;
- b) по внешнему виду распознать тип и вид насоса, провести его разборку и сборку;
- c) провести расчет объемных и энергетических параметров.
- d) выбрать необходимое оборудование для проведения испытания вакуумной машины.

3) Владеть:

- a) необходимыми знаниями для решения инженерных задач по проектированию насосов;
- b) методикой расчета основных размеров и параметров одно- и многоступенчатых вакуумных насосов;
- c) навыками проведения экспериментальных измерений быстроты действия и давлений для мембранных и поршневых насосов;
- d) навыками пользования справочной литературой, стандартами.

4. Структура и содержание дисциплины «Поршневые вакуумные насосы»

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Практ занят ия	Лаб. работ ы	СРС	
1	Тема 1	6	6	—	—	8	собеседование
2	Тема 2	6	3	—	—	6	собеседование
3	Тема 3	6	2	—	9	5	Тестирование, отчет по лабораторным работам, собеседование
4	Тема 4	6	2	—	9	5	Тестирование, отчет по лабораторным работам, собеседование
5	Тема 5	6	2	—	9	15	Практическая контрольная работа, отчет по лабораторным работам, собеседование
6	Тема 6	6	3	—	9	15	Практическая контрольная работа, отчет по лабораторным работам, собеседование, расчетная работа
	Итого:		18	—	36	54	
	Форма аттестации						<i>зачет</i>

5. *Содержание лекционных занятий по темам*

№ п/п	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	6	Тема 1. <u>Поршневые машины</u>	Машины для сжатия газа. Объемные, динамические, тепловые машины. Поршневой насос. Типовая схема крейцкопфной и безкрейцкопфной машин. Классификация по расположению цилиндров. Схема цилиндра двойного действия. Наименование и назначение элементов. Мертвые точки, описанные объемы, мертвые объемы, стандартные точки всасывания и нагнетания, подача, производительность, относительное повышение давления, режимы работы. Самодействующий клапан. Работа клапана, его устройство. Индикаторные диаграммы. Их виды и назначение. Энергетический баланс насоса. Основные термодинамические процессы.	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
2.	3	Тема 2. <u>Идеальный компрессор.</u>	Понятие идеального компрессора (ИК), применение модели ИК при рассмотрении работы поршневого вакуумного насоса. Индикаторная диаграмма ИК. Термодинамические процессы, протекающие в ИК. Работа сжатия и перемещения. Изменение параметров газа в процессе сжатия. Типы ИК. Производительность и мощность ИК. Температурные ограничения. Влияние температуры всасывания на работу. Влияние давления всасывания на работу.	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
3.	2	Тема 3. <u>Действительный одноступенчатый насос</u>	Отличия действительного насоса и компрессора (ДК) от ИК. Индикаторная диаграмма ДК. Порядок схематизации индикаторной диаграммы. Производительность ДК. Коэффициент подачи, разделение потерь. Влияние мертвого объема на производительность ДК. Предельные случаи работы ДК. Влияние гидравлических потерь. Определение потерь дросселирования. Индикаторный коэффициент всасывания. Влияние подогрева газа при всасывании на производительность ДК. Определение температурных потерь. Виды неплотностей и их влияние на производительность ДК. Влажность всасываемого газа. Среднее индикаторное давление. Индикаторная мощность ДК по упрощенной индикаторной и схематизированной диаграмме. Мощность привода ДК. КПД, внутренний КПД,	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>

			механический КПД. Расчет ступени поршневого насоса.	
4	2	Тема 4. <u>Самодельствующие клапаны.</u>	Классификация клапанов. Основная задача теории клапанов. Понятия эквивалентной площади, эквивалентной скорости газа в клапане, коэффициента расширения. условной эквивалентной скорости. Критерии скорости газа. Потеря работы в клапане. Подбор стандартных клапанов. Подбор пружины.	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
5.	2	Тема 5. <u>Вакуумные поршневые машины.</u>	Устройство и работа поршневого вакуумного насоса. Особенности газораспределения в насосах ВНК, ВНП, НВБ. Перепуск. Определение и примеры исполнения. Изменение числа ступеней и порядок их работы. Циклы p-V и S-T. Мощность, потребляемая при различных давлениях. Вакуумная схема стенда испытания. Расчет объема всасывания.	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
6.	3	Тема 6. <u>Мембранные ВН</u>	Особенности насоса типа НВМ. Безмасляность. Требования к материалам мембран. Предельные размеры. Скорости. Ресурс. Откачные параметры. Расчетные формулы. Разновидности по форме крышек и приводным механизмам, конструкции и расположению клапанов.	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационных образовательных технологий - разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с будущими выпускниками бакалавриата по вопросам их будущей специальности.

6. *Содержание семинарских, практических занятий* – учебным планом не предусмотрено

7. *Содержание лабораторных занятий*

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – разбор конкретных ситуаций, которая позволяет вести диалог со студентами по вопросам их будущей специальности.

№ п/п	Тема	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Часы	Формируемые компетенции
1	Тема 3. Действительный одноступенчатый насос	<u>Лабораторная работа №3</u> <i>Изучение работы ступени поршневого насоса</i>	Изучение последовательности рабочего процесса поршневого насоса. Расчет параметров ступени одноступенчатого насоса	9	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
2	Тема 4. Самодельствующие клапаны	<u>Лабораторная работа №4</u> <i>Изучение работы поршневой</i>	Изучение последовательности работы насоса при многоступенчатом сжатии. Расчет параметров ступеней двухступенчатого насоса при	9	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>

		<i>машины с многоступенчатым сжатием</i>	последовательном соединении ступеней. Построение индикаторных диаграмм изотермического и политропного процессов		
3	Тема 5. Вакуумные поршневые машины.	<u>Лабораторная работа № 1.</u> <i>Поршневой ВН</i>	Разборка поршневого безмасляного насоса НВБ-05. Обмер ступени. Расчет быстроты действия.	9	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
4	Тема 6. Мембранные ВН	<u>Лабораторная работа № 2</u> <i>Мембранный ВН</i>	Испытания мембранного насоса НВМ-01 на стенде. Построение зависимостей давление – время, быстрота действия – давление. Обмер ступени. Расчет быстроты действия.	9	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
		Итого		36	

Цель проведения лабораторных занятий - освоение лекционного материала и материала СРС, касающегося проведения испытаний насосов, выбора соответствующих приборов и аппаратуры, получение навыков эксплуатации, сборки и разборки насосов, расчета откачных характеристик и обратных перетеканий газа через щелевые каналы, построения расчетных и экспериментальных откачных характеристик.

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораториях кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования, а также в компьютерном классе.

8. Самостоятельная работа обучающегося в бакалавриате

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Форм-мые комп-ции
1	Тема 1	8	проработка лекционного и другого теоретического материала	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
2	Тема 2	12	проработка лекционного и другого теоретического материала	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
3	Тема 3	4	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №3, оформление и сдача отчета по лабораторной работе	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
4	Тема 4.	10	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчетов по лабораторной работе	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
5	Тема 5	10	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №1, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение расчетной работы	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
6	Тема 6.	10	проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №2, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию	<i>ПК-6, ПК-10, ПК-13</i>
	Итого	54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов).

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины

«Поршневые вакуумные насосы»

Вид работы	Кол-во	Максим. балл	Миним. сумма баллов	Максим. сумма баллов
Лабораторные работы	4	7,5	18	30
Собеседование	6	5	18	30
Практические контрольные работы	2	10	10	20
Тестирование	1	10	6	10
Расчетная работа	1	10	8	10
Итого			60	100
Промежуточная аттестация (зачет)				

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Поршневые вакуумные насосы» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. 1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие: в 2 ч. . Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хаблянян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. — 300 с. : ил.	171 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов. - М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Панфилович К.Б. Теоретические основы вакуумной техники: учебное пособие/ К.Б. Панфилович, П.И. Бударин, А. Х. Садыков. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та; Казань, 2009. 150 с.	20 экз. на кафедре ВТЭУ 5 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вакуумная техника: справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

- Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>;
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» <http://www.knigafund.ru/>;
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» <http://e.lanbook.com>.

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. *Материально-техническое обеспечение дисциплины*

12.1 . *Лабораторные занятия*

При изучении дисциплины **«Поршневые вакуумные насосы»** используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно лаборатория «Вакуумные средства откачки» В-325а. В состав лаборатории входит следующее оборудование, используемое в дисциплине: лабораторные стенды для экспериментального исследования, стенд испытаний насоса НВБ-05, стенд испытаний насоса НВМ-01.

12.2. *Лекционные занятия:*

При чтении лекций по дисциплине **«Поршневые вакуумные насосы»** используются комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов. Аудитория В-325 оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед -проектор "MEDIUM Traveller 3" , экран, компьютер/ноутбук).

12.3. *Прочее:*

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. *Образовательные технологии*

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения (учебно-деловая игра) составляет 12 часов: при проведении лекционных занятий 2 часа, лабораторных занятий 10 часов , что составляет 22,2% от аудиторных занятий

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.6.1 «Поршневые вакуумные насосы»
пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Нали- чие измене- ний	Наличие изменен- ий в списке литерату- ры	Разработчик РП (подпись) Доц. А.А. Райков	Заведующий кафедрой (подпись) Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ/ОМг/ОАиД (подпись) Доц. Л.А. Китаева
1	№1 от 31.08.2018	нет	нет			